



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 37779—2019

---

## 数据中心能源管理体系实施指南

Implementation guidance for energy management system in data centers

2019-08-30 发布

2020-03-01 实施

国家市场监督管理总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 ..... III

引言 ..... IV

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 能源管理体系 ..... 2

    4.1 总则 ..... 2

    4.2 管理职责 ..... 2

    4.3 能源方针 ..... 3

    4.4 策划 ..... 3

    4.5 实施与运行 ..... 10

    4.6 检查与纠正 ..... 16

    4.7 管理评审 ..... 16

附录 A（资料性附录） 数据中心能源管理体系策划示例 ..... 17

附录 B（资料性附录） 数据中心能源利用效率计算示例 ..... 24

# 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由国家发展和改革委员会资源节约和环境保护司、工业和信息化部节能与综合利用司提出。

本标准由全国能源基础与管理标准化技术委员会(SAC/TC 20)归口。

本标准起草单位：中国标准化研究院、中讯邮电咨询设计院有限公司、上海数据港股份有限公司、浪潮电子信息产业股份有限公司、中能深思(北京)节能技术有限公司、百度在线网络技术(北京)有限公司、中国计量科学研究院、英特尔(中国)有限公司、施耐德电气信息技术(中国)有限公司、中国建筑设计研究院有限公司、中国电子系统工程第二建设有限公司、山东麦港数据系统有限公司、山东省标准化研究院。

本标准主要起草人：王赓、李红霞、王海峰、赵江、王浔、彭渊博、武彤、易明、李树广、劳逸民、沈添鸿、张保国、熊绍东、潘珂、马义博、侯姗。

# 引言

本标准是 GB/T 23331—2012 在数据中心的实施指南,旨在指导数据中心规范建立、实施、保持和改进其能源管理体系,持续提升其能源绩效。本标准在 GB/T 29456—2012 的基础上,根据数据中心设计、建造和运维的特点,对数据中心实施能源管理体系的策划、实施、检查等过程进行了重点阐述。

本标准涉及数据中心的能源系统如图 1 所示,主要包括:

- ICT 设备:用于计算、通信、存储的设备等;
- 空调系统:包括制冷机组、冷量输送分配系统等;
- ICT 设备电源系统:包括 UPS、列头柜等;
- 其他辅助系统:除去 ICT 设备、空调系统、ICT 设备电源系统之外其他系统,如配电系统、照明系统、监控系统、楼宇自动化系统、自备电源、附属可再生能源设施、冷热电联供设施等。

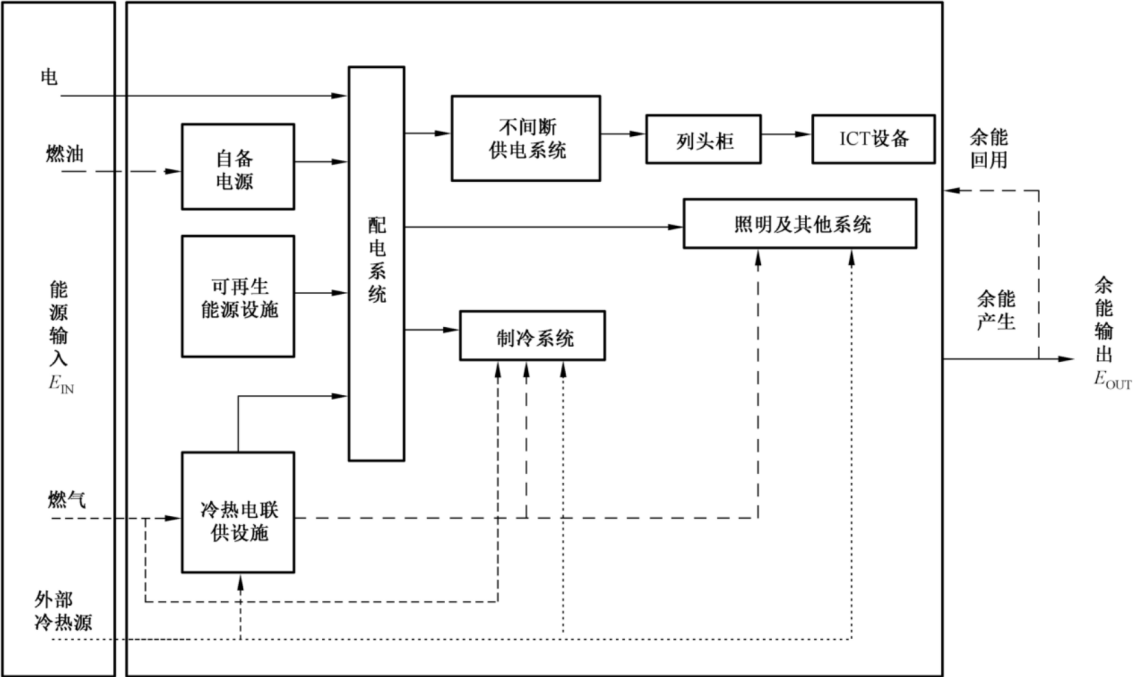


图 1 数据中心的能源系统示意图

注:数据中心的能源可以包括不同形式,如电力、燃气、燃油、外部冷热源等;可以有不同来源,如来自公共电网、数据中心自备电源、外部燃气管网、市政自来水管网、附属可再生能源设施、冷热电三联供系统、数据中心所在建筑的空调系统等;余能可以有不同的输出去向,如在系统边界范围内回收使用或送到系统边界范围之外给其他用户使用等。对于存在系统余能回收的情况,若余能在系统边界范围内被利用,则相应的输入能源量  $E_{IN}$  会减少,其能效提高效果在  $E_{IN}$  的减少中体现;若余能输出边界范围之外,被其他用户利用,则该部分输出边界之外的余能量称为  $E_{OUT}$ 。



# 数据中心能源管理体系实施指南

## 1 范围

本标准提出了数据中心按照 GB/T 23331—2012 建立、实施、保持和改进其能源管理体系的系统性指导建议。

本标准适用于各类固定式数据中心,移动式数据中心可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 7119 节水型企业评价导则
- GB/T 12497 三相异步电动机经济运行
- GB/T 13234 用能单位节能量计算方法
- GB/T 13462 电力变压器经济运行
- GB/T 15316 节能监测技术通则
- GB/T 15910 热力输送系统节能监测
- GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
- GB 19762 清水离心泵能效限定值及节能评价值
- GB/T 23331—2012 能源管理体系 要求
- GB/T 29456—2012 能源管理体系 实施指南
- GB/T 31347 节能量测量和验证技术要求 通信机房项目
- GB 50034 建筑照明设计标准
- GB 50174 数据中心设计规范
- GB 50189 公共建筑节能设计标准
- GB 50411 建筑节能工程施工质量验收规范
- GB 50462 数据中心基础设施施工及验收规范
- GB 50710 电子工程节能设计规范
- JR/T 0011 银行集中式数据中心规范
- SL 604 水利数据中心管理规程
- YD/T 2442 互联网数据中心资源占用、能效及排放技术要求和评测方法
- YD/T 2542 电信互联网数据中心(IDC)总体技术要求
- YD/T 2543 电信互联网数据中心(IDC)的能耗测评方法
- YD 5193 互联网数据中心(IDC)工程设计规范
- YD 5194 互联网数据中心(IDC)工程验收规范

## 3 术语和定义

GB/T 23331—2012 界定的以及以下术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 数据中心 data center

为集中放置的电子信息技术设备提供运行环境的建筑场所,可以是一栋或几栋建筑物,也可以是一栋建筑物的一部分,包括主机房、辅助区、支持区和行政管理区等。

## 4 能源管理体系

### 4.1 总则

数据中心建立、实施、保持和改进能源管理体系包括以下内容:

- a) 最高管理者对建立能源管理体系的必要性和紧迫性有充分的认识,了解 GB/T 23331—2012 的要求以及相关法律法规、标准;清楚数据中心的自身规模、能力、需求等状况。
- b) 确定能源管理体系覆盖的边界和范围,并形成文件。应明确数据中心所处的地理位置、气候带、数据中心面积以及功能等。在界定能源管理体系的范围和边界时应考虑数据中心的能源系统(如图 1 所示)。
- c) 开展能源评审,借助能源统计、能源监测、能源审计和检测等工具,了解数据中心能效水平,策划、实施可行的能源管理实施方案,以持续改进能源绩效。
- d) 策划可行的方法,确定适宜的管理方式,以满足 GB/T 23331—2012 的各项要求,持续改进能源绩效和能源管理体系。

### 4.2 管理职责

#### 4.2.1 最高管理者

最高管理者是数据中心的决策者或决策层。最高管理者的承诺和支持是能源管理体系建立、实施、保持和持续改进的关键,最高管理者承诺宜形成文件并确保被全员获知。最高管理者通过其领导行为推动能源管理体系,通过以下措施实现其承诺,包括:

- a) 确定、建立、实施和改进能源方针;
- b) 任命授权管理者代表和批准组建能源管理团队,并授予管理者代表和能源管理团队在能源管理方面相应的职责和权限;
- c) 确定数据中心的能源管理体系覆盖的活动、范围和边界;
- d) 确定能源管理体系架构、明确其职责和权限,提高各级人员的节能意识;
- e) 提供充分的资源保障;
- f) 通过传达、宣传和有效沟通,使全体员工充分理解能源节约的重要性,增强员工的节能意识;
- g) 制定能源目标和能源指标,并确保持续更新、改进;
- h) 在中长期发展规划中考虑同步开展节能规划;
- i) 定期主持管理评审,确保能源管理体系持续的适宜性、充分性、有效性。

#### 4.2.2 管理者代表

管理者代表应为熟悉数据中心用能特点,具有能源管理经验和相应的沟通协调能力的高层管理人员。通常数据中心能源管理体系管理者代表以组织负责能源管理的主管领导为宜。

管理者代表经最高管理者的授权,按照 GB/T 23331—2012 的要求及最高管理者的意图管理、协调数据中心能源管理体系的建立、实施、保持和改进。管理者代表的职责和权限可包括:

- a) 确保按照 GB/T 23331—2012 的要求,建立、实施、保持并持续改进能源管理体系;
- b) 组建能源管理团队,明确团队各成员的职责和权限,共同进行能源管理活动;

- c) 向最高管理者报告能源管理体系的运行情况和能源绩效,如能源管理体系内部审核情况,能源目标、指标和能源管理实施方案的实现情况等;
- d) 对能源管理体系运行进行有效策划,确保能源管理体系有效性;
- e) 明确数据中心内部各用能单元、部门的职责和权限,并传达至各部门,以推动能源管理;
- f) 组织识别重点用能设备和系统,并制定有效控制运行的准则和实施方案;
- g) 提高全员对能源方针和能源目标的理解和认识,增强员工节能降耗意识;
- h) 定期组织开展内部审核,进行能源统计分析等能耗指标核算、标杆对比工作;布置能源监测工作,评价能源管理体系绩效,并持续改进;
- i) 负责与能源管理体系有关的外部联系,如能源审计、能源检测、第三方认证审核等。

### 4.3 能源方针

数据中心应按照 GB/T 23331—2012 要求制定能源方针,并考虑以下内容:

- a) 充分考虑政府、行业的能源发展战略、规划、政策等内容,并适合自身特点。
- b) 应与数据中心的总体业务方针和其他管理体系方针相协调。
- c) 能源方针应形成文件,并传达到全体员工且为公众所获取。能源方针可采用培训讲解、在文件和程序中引用、宣传册或卡片、标语或海报等多种形式进行传达和宣传。
- d) 能源方针应定期评审和更新。
- e) 能源方针应体现最高管理者能源管理的指导思想和承诺,是能源管理的纲领性文件,应由最高管理者主持制定并发布。

### 4.4 策划

#### 4.4.1 总则

策划是能源管理体系建立和保持的关键环节。数据中心可参照 GB/T 29456—2012 中的策划流程概念图进行策划,并对策划的人员、范围、资源、方法、工具、内容等做出安排,确保策划的结果与能源方针保持一致,能够持续改进能源绩效。策划的结果应形成文件,作为实施与改进能源管理活动的重要依据。

数据中心能源管理体系策划可参照附录 A 给出的内容进行,但不限于附录 A 所使用的分析工具和方法。

#### 4.4.2 法律法规及其他要求

##### 4.4.2.1 总则

数据中心在开展能源管理活动时,需建立识别、获取能源管理相关的法律法规、标准及其他要求的渠道和方法,明确:

- a) 规定与节能有关的法律法规、标准及其他要求的获取、识别的管理,包括:
  - 管理职责;
  - 获取的渠道、方法和频次;
  - 参与识别的人员能力要求和评价准则;
  - 更新、发放、使用的相关规定。
- b) 规定应用的准则和方法,确保适用的节能法律法规、标准及其他要求应用于能源管理活动中,必要时转化为自身的能源管理准则、制度;
- c) 按照规定的时间间隔内对法律法规、标准及其他要求进行评审,确保法律法规、标准及其他要求及时更新,以确保持续的适宜性。

#### 4.4.2.2 法律法规

数据中心能源管理涉及的相关法律法规一般包括：

- a) 相关法律,如《中华人民共和国节约能源法》《中华人民共和国可再生能源法》《中华人民共和国清洁生产促进法》等；
- b) 国务院制定的有关条例、办法、规定、细则等行政法规,如《电力需求侧管理办法》等；
- c) 省、自治区、直辖市、计划单列市及国务院批准的市的人民代表大会及其常务委员会制定和发布的地方性法规；
- d) 国务院各部委和省、自治区、直辖市以及省、自治区人民政府所在地的市和国务院批准的市的人民政府为了管理国家行政事务所制定的行政规章,如《固定资产投资项目节能评估和审查暂行办法》等。

#### 4.4.2.3 标准

数据中心应贯彻执行节能标准,可包括：

- a) 强制性标准：
  - 设计类标准,如:GB 50189、GB 50174、GB 50710、GB 50034 等；
  - 施工验收类标准,如:GB 50411、GB 50462 等；
  - 能效标准,如:GB 19762 等；
  - 能源计量器具配备标准,如:GB 17167 等。
- b) 推荐性标准：
  - 基础共性标准,如:YD/T 2543、YD/T 2442、SL 604、JR/T 0011 等；
  - 节能设计标准,如:YD/T 2542、YD 5193 等；
  - 施工验收类标准,如:YD 5194 等；
  - 测试计量标准,如:GB/T 15316、GB/T 15910、GB/T 13234 等；
  - 经济运行标准,如:GB/T 13462、GB/T 12497 等；
  - 计算评估标准,如:GB/T 7119、GB/T 31347 等。

#### 4.4.2.4 其他要求

数据中心能源管理相关的其他要求,包括但不限于：

- a) 政府的工作要求；
- b) 相关行业协会的文件要求；
- c) 与供应商或顾客签订的合同或协议；
- d) 节能自愿性协议；
- e) 与能源供方的协议；
- f) 企业对公众的承诺等。

#### 4.4.3 能源评审

##### 4.4.3.1 总则

数据中心建立和运行能源管理体系应按照 GB/T 23331—2012 的要求进行能源评审。数据中心运营单位可按照本指南的程序、方法和要求形成文件,并提供详细原始数据,最终形成能源评审的文件,同时作为能源管理体系策划、实施、持续改进的依据。文件至少应当包括能源评审的范围、职责、方法、工具、主要能源使用的确定准则、能源绩效改进机会以及再次能源评审的要求。

数据中心能源评审流程如图 2 所示。

开展能源评审时,应当考虑:

- a) 能源评审在该数据中心运营单位所在范围内进行;
- b) 能源评审的基础数据采集必须来自能源输入方的计量和计费数据;
- c) 外部专业能源评审应选择相关专业技术专家;
- d) 内部能源评审应定期,宜一年一次。

当数据中心范围和容量发生变化、数据中心技术更新、外部能源发生变化或者相关法律等文件发生变化时,应重新开展能源评审。

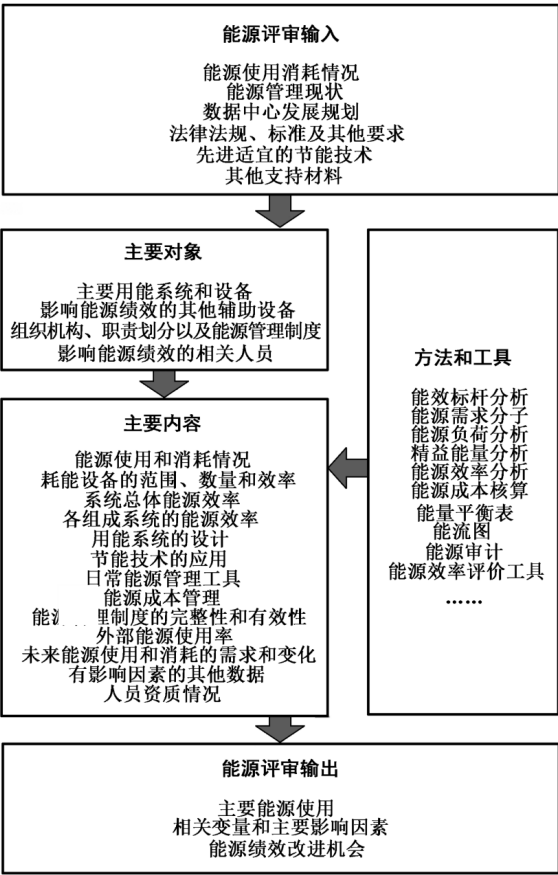


图 2 能源评审流程示意图

4.4.3.2 能源评审的输入

能源评审中直接与能源消耗相关的输入可包括:

- a) 能源使用和消耗情况
  - 当地电网的电力输入;
  - 现场附属分布式能源系统能源产出量的输入;
  - 电气系统消耗数据,包括数据中心功率因数、ICT 设备用电量,照明用电量,空调系统用电量,不间断电源系统及储能系统耗电量,其他辅助设备用电量等;
  - 所耗燃气、燃油等的输入;
  - 外部冷热源的输入;
  - 余能的回收利用等。

b) 能源管理现状

- 数据中心涉及能源使用的所有设备清单,类型、型号和规格等,如 ICT 设备、冷机、冷却塔、空调末端设备、不间断供电系统等;
- 电气系统有关数据,包括备用电源形式与装机容量、备用电源荷电状态、备用电源接入频率,不间断供电系统装机容量、不间断供电系统温度、不间断供电系统运维情况,数据中心接入变压器的容量及电压等级、备用变压器的容量及电压等级、电力系统结构拓扑等;
- 空调系统有关数据,包括空调系统运行方式,冷机耗电量(耗气量)、冷机运行时长、冷机制冷量、水泵耗电量、空调末端设备形式、空调末端设备供冷量、空调末端设备耗电量、冷却水供回水温度、冷却水塔耗电量、数据中心温湿度分布、余热回收量、其他空调系统耗电量(如新风系统)等;
- 其他用能系统有关数据,包括除 ICT、电气及空调系统之外的用能系统数据;
- 能源计量器具的配备情况等。

c) 相关的设计和规划

- 数据中心竣工图及改造后的图纸;
- 数据中心近期的扩展和改造计划、规划等。

d) 法律法规、标准和其他要求的收集情况

- 适用于该数据中心的能源相关法律法规、标准和其他文件清单等。

e) 节能技术的应用及收集

- 已经使用的 ICT 设备节能技术;
- 已使用的 ICT 设备的虚拟化技术;
- 已使用的空调系统节能技术;
- 已使用的电气系统节能技术;
- 已使用的能源在线监测技术;
- 已使用的能源运行管理优化技术等。

f) 其他支持材料

- 第三方审计文件和资料等;
- 相应的财务结算单据、发票等;
- 内、外部环境监控数据;
- 采购相关支持性文件;
- 人力资源相关支持性文件;
- 其他相关信息。

#### 4.4.3.3 能源评审的主要内容

能源评审主要覆盖能源使用和能源消耗以及影响数据中心能源绩效的其他辅助设备的评审;组织机构、职责划分以及能源管理制度的评审;识别并制定能源绩效改进机会。能源评审的对象包括与数据中心能源效率和能源成本相关的所有人员、设施和活动。数据中心进行能源评审时,应包括以下内容:

- a) 能源使用及消耗情况;
- b) 耗能设备的范围,数量和效率;
- c) 用能系统总体及各组成系统的能源效率状况;
- d) 数据中心用能系统(主要包括供配电系统、空调系统、控制系统、不间断电源系统等)的设计;
- e) 用能系统的日常运维情况,维护日志;
- f) 节能技术的应用和效果;

- g) 数据中心日常能源管理的工具；
- h) 能源成本管理；
- i) 能源管理的规定,要求和制度的完整性和有效性；
- j) 外部能源使用率；
- k) 未来能源使用和消耗的需求和变化；
- l) 能源评审的时间周期内的有影响因素的数据；
- m) 能源使用和消耗有影响的相关人员资质等状况；
- n) 其他。

4.4.3.4 能源评审的方法和工具

数据中心进行能源评审时可采用以下方法和工具：

- a) 数据中心能效标杆分析；
- b) 能源需求分析；
- c) 能源负荷分析；
- d) 数据中心能源利用效率的分析,如能源利用效率分析、空调系统效率分析等；
- e) 能源成本核算；
- f) 能量平衡表和能流图；
- g) 能源审计；
- h) 能源使用效率评价工具；
- i) 其他。

4.4.3.5 能源评审的输出

能源评审的输出可包括以下方面：

- a) 主要能源使用；
- b) 相关变量及主要影响因素；
- c) 能源绩效改进机会。

4.4.4 能源基准

4.4.4.1 总则

数据中心从能源评审中获得了过去和现在的能源绩效信息与数据,据此确定适宜的能源绩效参数对数据中心将来的能源绩效进行管理。能源基准应当在识别和确定能源绩效参数后,予以建立并使用。

4.4.4.2 能源基准的建立

能源基准的建立首先应明确其边界条件及相关的能源种类、设备、负荷以及数据采集方式。具体应当考虑能源的种类与条件,ICT 负荷水平,制冷方式,能源消耗、能源效率计量数据、采集、统计和分析系统的配备状况和水平。将以上方面具有代表性的时间段,作为建立能源基准所需的能源消耗和能源效率等数据和信息的基准期。

能源基准应建立在对能源消耗和能源效率相关数据统计的基础上。所选择的基准期,运行应当正常并具有代表性,能源统计数据齐全、真实可靠,能够反映其能源绩效水平。

4.4.4.3 能源基准的应用与调整

当出现以下情况时,应对能源基准进行调整：



- a) 数据中心规模发生了变化；
- b) 能源结构及能源系统发生了重大变化；
- c) 其他预先规定的情况，例如达到了规定的调整周期或者技术变化（如计量手段的完善）或法规要求，需要增加或改变能源基准。

#### 4.4.5 能源绩效参数

数据中心能源绩效参数可包括：

##### a) 能源利用效率(EUE)

该指标为数据中心能源绩效的主要指标，按式(1)计算：

$$EUE = (E_{IN} - E_{OUT}) / E_{ICT} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$E_{IN}$  ——从外界向数据中心边界范围内输入的各种能源的总量，包括但不限于诸如电力、燃气、燃油、冷热源等不同的能源形式和来源；

$E_{OUT}$  ——从数据中心内部向数据中心边界范围外输出的各种能源的总量，包括不同能源形式和用户；

$E_{ICT}$  ——用于计算、存储和通信的 ICT 设备电力消耗。

注 1：注明测量点位置。原则上测量点物理位置要尽量接近 ICT 设备，建议计量点在列头柜和 ICT 设备之间。

注 2：数据中心能源绩效公式比值含义：比值越小，越接近于 1，表明能源利用效率越高。

注 3：能源计量单位：公式中能源计量单位统一为千克标准煤(kgce)，各种能源的量折算应按照国家相关部门规定的方法、标准和实际现场实测数值、计量数据进行。如现场实测数值不可得，可采用相关部门发布的默认数值。

注 4：数据中心 EUE 计算示例参见附录 B。

##### b) 空调系统效率系数(CEF)

空调系统效率系数按式(2)计算：

$$CEF = (E_{cooling} - E_{cout}) / E_{ICT} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$E_{cooling}$  ——空调系统边界范围内的输入能源，包括制冷所需的电力、燃气、冷热源等形式；

$E_{cout}$  ——输出到空调系统边界范围外被回收利用的能源量，如一定温度的热空气；

$E_{ICT}$  ——用于计算、存储和通信的 ICT 设备电力消耗。

注：数据单位均折算为标准煤。

##### c) ICT 设备电源系统效率系数(PSEF)

ICT 设备电源系统效率系数按式(3)计算：

$$PSEF = (E_p - E_{ICT}) / E_{ICT} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$E_p$  ——ICT 设备、不间断供电系统和列头柜等耗电量之和，在数据中心能源边界示意图 1 中的不间断供电系统进线处可测量得到；

$E_{ICT}$  ——用于计算、存储和通信的 ICT 设备电力消耗。

注：数据单位均折算为标准煤。

##### d) 其他辅助系统利用效率(ASEF)

其他辅助系统利用效率按式(4)计算：

$$ASEF = EUE - CEF - PSEF - 1 \quad \dots\dots\dots (4)$$

##### e) 数据中心 ICT 面积功率值(IAP)



数据中心 ICT 面积功率值按式(5)计算:

$$IAP = A / W_{ICT} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- A ——数据中心内 ICT 设备所占用的场地面积,单位为平方米(m<sup>2</sup>);
- W<sub>ICT</sub> ——数据中心内 ICT 设备的总功率,单位为千瓦(kW)。

在以上能源数据采集时,应当保持数据来源的准确性和可靠性,E<sub>IN</sub>、E<sub>OUT</sub>、E<sub>cooling</sub>、E<sub>cout</sub>、E<sub>p</sub> 的原始能源数据应当来自现场计量设施,如与其他方的费用结算计量设施(如电力、水、燃气的结算计量表计等),如自备电源发电量计量表,可再生能源发电量表,冷量或者热量计量表等。

在指标计算时,所用数据应根据系统(如数据中心、空调系统)的边界范围和实际能源输入输出情况准确取舍的原则进行,防止遗漏数据或者把不需要的数据纳入计算,并正确选择合理的纳入计算的能源形式数据。

- 注 1: 在有些情况下,需要对原始数据进行合理调整之后再应用于计算。如某数据中心位于某个大型建筑之内,其制冷所需冷源以冷冻水的形式来自建筑物的中央空调机组,此时数据中心的制冷能耗应该根据所计量的输入冷量占建筑物空调机组总体输出冷量的比例来合理分摊相应的空调机组用电量(或者燃气),将分摊后的电量(燃气量)作为计算能耗指标的输入数据。
- 注 2: 对于数据中心存在现场附属电源的情况,如冷热电三联供、光伏发电、自备柴油机等,在计算时应考虑电能转化效率。其中可再生能源产生的电量可直接纳入计算,冷热电三联供等非可再生能源设施生产电力、冷量供给数据中心时,在计算中应当采用化石燃料的数据(如燃气量)而不是其发出的电量和冷量数据。

4.4.6 能源目标、能源指标与能源管理实施方案

4.4.6.1 能源目标和指标

能源目标是数据中心能源业绩改进的总体体现,可采用 EUE、空调系统 CEF 指标、ICT 电源系统的 PSEF 指标等形式表现,设定能源目标后,在日常运营管理中予以实现。能源目标一般可按照年度设定,并以文件形式公布。在年度目标确定的基础上,可以设定月度或者季度的相应指标。应当将能源管理融入日常的运营管理之中,保证目标的实现。

按照不同组成系统,数据中心可将能源目标可逐级分解到具体主要设备层面,如 ICT 设备的虚拟化指标,冷机的运行能效比、空调末端设备能效比、不间断供电系统运行效率值、可再生能源占比等。

数据中心在建立能源目标和指标时,应考虑以下主要方面:

- a) 相关法律法规、标准及其他要求;
- b) 数据中心降低能源成本的要求;
- c) 能源方针中确定的要求;
- d) 主要能源品种和来源;
- e) ICT 设备软硬件特点、配置和技术水平及所采用的节能技术;
- f) 空调系统的设备、配置和特点;
- g) 电源系统的设备、技术特点;
- h) 数据中心所在地的气候与环境状况。

4.4.6.2 能源管理实施方案

数据中心应建立、实施和保持能源管理实施方案以实现能源目标和指标。能源管理实施方案应当主要包括:

- a) 相关能源管理组织机构和职责的设立和人员的配备;
- b) 能源管理机构工作流程和协调机制;
- c) 在管理方面和技术改造方面具体的改进措施,包括相应的人员、资金、技术、工程资源投入等,

并事前预测效果；

- d) 实施效果评价方法、参数和标准；
- e) 事后评价和改进机制。

能源管理实施方案应当形成文件，定期更新、调整和补充。

## 4.5 实施与运行

### 4.5.1 总则

数据中心在实施和运行过程中，应把策划阶段产生的各项结果与管理实践良好结合并加以落实，具体事项包括：

- a) 相关的法律法规、标准及其他文件的识别和落实情况；
- b) 主要能源使用；
- c) 确定的能源方针、能源基准、能源目标和指标；
- d) 总体和分层级的能源绩效参数的实绩情况；
- e) 能源管理实施方案。

实施与运行阶段以能源策划阶段产生的结果为重点，在数据中心的各项运营活动过程中，应考虑能源绩效改善的要求，协同一致促进数据中心能源绩效的改善。

### 4.5.2 能力、培训与意识

#### 4.5.2.1 总则

为保证从事能源管理活动并承担规定职责的人员具备要求的能力，数据中心应从教育、培训、技能和经验等几个方面评价所聘用和选派的员工，依据岗位职责及工作量大小，确定各能源岗位所使用人员应具备的能力要求，合理选用并通过培训和考评等手段使各岗位的人员符合要求。

#### 4.5.2.2 培训

数据中心从事能源管理相关活动的人员应当接受以下方面的培训：

- a) 能源管理体系活动的原则、方法和流程；
- b) 能源管理相关的法律法规、产业政策、标准；
- c) 先进的数据中心能源应用技术和能源管理工具；
- d) 高能效数据中心的案例学习和交流。

#### 4.5.2.3 能力和意识

数据中心从事能源管理相关活动的人员应当具备如下能力和意识：

- a) 熟悉相关法律法规、标准和技术，理解并掌握能源管理体系实施的基本要求；
- b) 正确认识并理解能源方针、程序和能源管理体系的重要性，能够按照职责和权限，结合数据中心生产运营开展改进能源绩效的活动；
- c) 能够组织和引导日常能源管理活动；
- d) 能够对本单位能源管理体系提出有价值的改进意见；
- e) 能够对其他人员进行能源管理方面的培训和教育，不断提高全员参与能源管理的水平和积极性。

### 4.5.3 信息交流

#### 4.5.3.1 总则

数据中心应根据其自身和相关方的需求建立、实施并保持就能源绩效和能源管理体系的相关信息进行的内、外部交流,并明确交流方式、内容、对象和时机。

#### 4.5.3.2 内部信息交流

数据中心应在其内部各层次和职能间建立与自身规模相适应的内部沟通机制。内部沟通应当包括:

- 适用的法律法规、标准及其他要求;
- 能源评审结果;
- 能源目标和能源指标;
- 能源绩效参数实绩,包括总体绩效实绩和各组成系统的绩效实绩;
- 节能技术或管理经验;
- 能源绩效参数定期监视、测量和分析情况;
- 能源管理实施方案及实施情况和效果;
- 不符合及纠正预防措施;
- 为其或代表其工作的人员为能源管理体系改进的建议和意见;
- 内部审核和管理评审结果等。

信息交流可采取会议、公告栏、论坛、简报、意见箱、网络等方式。

数据中心应当积极构建数据中心能源监测和管理平台系统,实现能源信息的实时管理、能源数据的在线采集和实时监控,并能够进行辅助分析和评价。

内部信息交流应是多角度的,应鼓励数据中心工作人员对能源绩效和能源管理体系的改进提出意见和建议。

#### 4.5.3.3 外部信息交流

数据中心应确定是否就能源管理体系和能源绩效进行外部交流。如需外部交流,应编制外部交流计划,并形成文件。通常可每年编制可持续发展报告或者社会责任报告向外部交流能源管理体系运行情况。

外部信息交流是与外部相关方进行的信息交流,分为主动交流和被动交流。主动交流如:通过节能网站、参加会议等方式与外部相关方进行信息交流;通过电子邮件、电话等方式向各级节能主管部门、行业协会等寻求节能信息等。被动交流如:接受并及时处理节能监察部门的节能执法监察、监测等的反馈信息;定期向各级政府部门报送能源消耗报表和能源利用状况报告等。

外部信息交流包括非正式的讨论、对外开放日、焦点问题的沟通、论坛、对话、网站、电子邮件、新闻发布会、广告、通信简报、年度报告、热线电话等方式。

数据中心应当注重收集节能技术,最佳节能实践与经验等外部信息,先进能源绩效水平,进而用于改进能源管理绩效。利用第三方能源服务的过程和机会,注重与提供能源管理服务的组织和个人的信息交流,如能源评审、能源审计、节能量审核等能源服务过程。

### 4.5.4 文件

#### 4.5.4.1 文件要求

见 GB/T 29456—2012 中 4.5.4.1。

#### 4.5.4.2 文件控制

见 GB/T 29456—2012 中 4.5.4.2。

#### 4.5.5 运行控制

##### 4.5.5.1 总则

运行控制应当系统性考虑数据中心的能源来源、不同能源形式、存储和加工转换、输送分配、末端使用和余能回收利用等能源管理全流程的各要素,统筹能源管理目标与系统安全稳定运行,基于各核心设备及辅助系统的操作运行特性,通过实时在线监测掌握系统运行状态,在保证负荷安全的前提下,进行系统层面的优化控制与精细化能源管理,从而实现能源管理目标。

##### 4.5.5.2 运行控制的策划

数据中心应策划与主要能源使用相关的运行和维护活动并形成文件,使之与能源方针、能源目标、能源指标和能源管理实施方案保持一致。在策划相关运行和维护活动时应当考虑:

- a) 确定控制需求,根据数据中心能源系统技术路线与架构,选取能够反映能源系统运行状态的核心参数作为实时监测的对象与优化控制的依据。
- b) 根据需求确定控制的类型和水平。
- c) 提出运行准则和维护活动的绩效评价方法并定期进行评价。评价方法应注重对数据中心各组成系统的能源管理工作和绩效评价,可包括:
  - 明确数据中心用能类型;
  - 各能源绩效参数的监测时间不应小于一年;
  - 各能源绩效参数采用年平均值作为评价;
  - 应收集、上报各项能耗数据的月消耗值、季度消耗值、年消耗值;
  - ICT 设备的耗能应在机柜处测量;
  - 明确能耗数据的收集、上报人员;
  - 明确能耗收集的复查人员;
  - 应当对监测的结果进行分析,以确定体系运行效果及需纠正或改进的领域。
- d) 充分考虑项目建设的实际情况,在设计阶段预留各项能源系统相关运行参数的实时监测点位与优化控制接口。
- e) 构建包含气象预报,实时气象条件,核心设备用能情况,供能系统运行情况,储能与不间断供电系统运行状态,能源价格等参数的能源系统数据库。
- f) 根据数据库相关运行参数的分析与整体,提出运行控制策略并进行审核备案。
- g) 保证数据中心能源安全稳定的前提下,实施运行控制策略,根据实时监控系統,确定优化控制策略的实际效果。
- h) 对能源系统运行状况与优化控制策略实施效果定期汇总、整理、评估,做到全程可追溯。

##### 4.5.5.3 实施运行过程控制

数据中心在进行能源使用相关运行和维护活动时应进行:

###### a) 能源使用相关运行过程识别

数据中心在建立或改进运行控制时,应考虑与识别的主要能源使用有关的各类运行过程,可包括:

- 1) 在优化配置时,应考虑设备的安装、运行、维护和提高运行效率;
- 2) 降低能耗和提高能源使用效率所采取的技术措施;
- 3) 原材料的使用、贮存和处理;

- 4) 原材料和能源的循环利用或替代;
- 5) 研究、设计、开发新流程和节能技术,考虑资源与能源的合理利用;
- 6) 能源采购时,应合理的采购和配置一次能源和二次能源;
- 7) 节能监测;
- 8) 生产和维护过程;
- 9) 能源贮存;
- 10) 运输;
- 11) 能源和原材料的质量评价;
- 12) 签订合同;
- 13) 用户服务;
- 14) 公用设施的运行(能源供应、供水系统、循环系统、废物和废水处理系统等)。

数据中心还应考虑政府机构、相关方对控制主要能源使用、实现能源目标与指标、恪守适用的法律法规和其他要求的能力的影响。

#### b) 能源实时在线监测

- 1) 实时在线监测系统为数据中心能源利用效率评价提供客观依据与数据支撑,为系统运行控制优化提供验证平台,是数据中心能源系统的神经网络。适宜时,数据中心应开展能源实时在线监测活动并考虑:
  - 按照国家标准,选择能源系统各 测参数的量纲;
  - 根据能源系统的技术路线,选择具有代表性的输入量与输出量作为实时监测状态参数;
  - 合理选择监测位点,保证取得数据的客观性与可对比性;
  - 构建具备较强兼容性的实时在线监测系统,保证对系统内出现的各类通信协议能够兼容;
  - 建立能源系统数据库,对能源相关各项操作参数进行收集整理归纳分析。
- 2) 能源实时在线监测系统应结合数据中心的运行特点,在考虑能源采购、转换、分配和使用过程的基础上构建,能够综合反映数据中心的运行运营状况和能源利用状况。能源实时在线监测系统应满足以下要求:
  - 可对能源用量数据(如电量、水量、气量、冷量等)和生产运行数据(如电能质量、实时用电功率、环境温湿度、用能设备启停状态等)进行实时采集、传输、存储,可包括: ICT 设备参数,如用电功率、用电量等;空调系统参数,如用电功率、用气量、水温、流量、补水量等;配电系统参数,如总功率、电流、电压、功率因素等;室内环境参数,如 ICT 机柜进、出风温、湿度,房间温、湿度等;室外环境参数,如空气温度、湿度;主要设备状态,如配电开关位置、冷源启停状态等;其他参数,如辅助系统用电量等;
  - 应具备数据分析功能,能够计算能源绩效指标(如 EUE、CEF、PSEF),可对数据中心整体以及各组成部分的能源应用状况进行分析,能辅助判断能源系统出现的问题;
  - 应具有良好的可视化界面和人机交互界面,信息输入便利,信息和数据输出方式灵活多样,可实时反映数据中心的能源系统运行信息;
  - 应具备完善的报表功能;
  - 应具备完善的数据库功能,可以追溯历史数据和信息;
  - 宜采用通用的标准化通信网络形式、通信协议和接口形式进行数据采集、传输和共享;
  - 宜采用模块化的设计,适应数据中心扩容和改造的要求、适应数据中心能源结构变化(如增加分布式能源)的需要,易于添加和扩展;
  - 数据采集点的分布应与数据中心整体能源构架相对应,并充分利用已有的计量点和监测点获取数据;

- 在技术、经济条件允许时,宜考虑尽量增加采集点的数量和密度(如将列头柜电量采集延伸到机柜电量采集);
- 宜与数据中心的其他生产和管理平台(如动环监控系统)兼容,可进行数据互换和通信,能源实时在线监测系统可被纳入整个数据中心管理系统,成为其中一个组成部分;
- 数据和功能应经过验证。

#### 4.5.6 设计

数据中心用能系统、用能监测系统、用能管理控制系统的设计和实施,应当为能源管理体系的实施及管理目标的达成创造条件。

数据中心新、改、扩建项目的设计应符合 GB 50174 的相关规定,新建项目单位能耗以及能源计量系统的建立与计量设备的配备应符合要求。

对于新建数据中心或已建数据中心改造的设计阶段,应根据本标准提出的能源绩效参数要求,如 EUE、CEF、PSEF、IAP 等,优化总体能源系统设计,控制数据中心总体和各组成系统的能耗水平,配置能源监测和管理平台系统作为持续提高数据中心能源管理水平的手段,实现数据采集的系统性、及时性、全面性和准确性,并注重以下方面的设计:

- a) 用能系统的设计应当以安全性为首,结合基础资源的供给情况,充分利用天然资源、热泵技术、冷热双向利用技术、新型节能空调技术、变频技术等节能或能源综合利用措施,达到按需用电效果。主要动力设备及用能产品,应当采用高能效比的设备与产品。
- b) 数据中心应通过技术、经济分析,确定用能采集、监测系统所需要达到的水平,采用适用的用能采集、监测系统。目前用能采集、监测系统可分为以下三种类型:
  - 经济型:需要采集、监测的数据中,绝大部分数据的周期性测量、记录方式为人工手动方式,传感器配置极少;
  - 适用型:需要采集、监测的数据中,主要数据周期性测量、记录方式为自动方式,辅助数据的测量及记录方式为手动方式,主要测量点配置传感器,采用自动测量方式,辅助数据采集、监测采用人工方式;
  - 先进型:需要采集、监测的所有数据的周期性测量、记录方式全部为自动方式。

中大型数据中心应当采用先进型系统对水、电、气、热等主要能源和资源的使用情况进行长期自动采集和监测。

- c) 数据中心应当配备电能控制管理系统、照明设备管理系统、冷热源控制管理系统、末端设备控制管理系统。各管理系统应以数据采集、监测系统提供的资料为基础,通过对历史数据的整理、分析判断提供系统正常、节能运行的优化控制方案,控制系统运行效率最优。

电气系统设计应在保证供电安全的前提下,优先考虑能源综合利用效率高、碳排放低的能源技术路线与核心装备,核心设备(ICT 设备,空调系统)均采用两路供电设计;布局合理紧凑,尽量降低线损;统筹考虑分布式发电系统,备用电源系统,不间断供电系统,蓄电系统的设计容量,通过移峰填谷,降低变压器容量,减轻电网高峰供电压力,降低数据中心能源费用;采用高效的关键器件、节能高效的新技术。

空调系统设计应以保障数据中心 ICT、电池等设备的安全运行和维持符合要求的室内环境为原则,可引入先进的数据中心环维和能源在线监控技术,实现空调系统的运行控制与数据中心的实际运行工况之间有机结合,实现空调系统整体优化和冷量按需生产与供应,避免能源浪费;注重采用多种措施,如优化冷源设备配置、利用自然冷源、缩短 ICT 设备与空调末端距离、气流组织优化、采用高显冷比空调末端设备、强化智能控制、采用高效节能设备等,通过综合设计,提高空调系统从冷源到末端的全流程能源利用效率。

照明控制系统设计宜采用分场景控制方式,根据不同使用时间和场景以满足需求为条件控制其系统的运行。

其他用能系统的设计,应当在保证数据中心运行安全的前提下达到按需节能节约资源的目的。

#### 4.5.7 能源服务、产品、设备和能源采购

##### 4.5.7.1 总则

数据中心在采购过程中应考虑所在地相关政策,同时考虑能源绩效要求,在采购规程、招标和合同中体现,当采购的能源服务、产品、设备和能源对能源绩效有重大影响时,还宜采用全生命周期成本方法分析和评价。当采购对主要能源使用有影响的服务、产品、设备和能源时,应首先评估采购需求。适宜时,数据中心应将高效产品和服务作为采购行为的第一选择。

##### 4.5.7.2 供应商选择

数据中心在选择、评价和重新评价供应商时,应该将能源管理的要求放入相关准则。根据能源目标、能源指标和能源管理的需要,对供应商的资质、规模、业绩、信誉、售后服务及能源服务、产品、设备和能源的质量、价格等进行能源方面的评价,确定供方的供应能力,尤其是注重其长期支持数据中心能源管理服务的能力,选定符合要求和稳定的能源供方。

##### 4.5.7.3 采购要求

数据中心应对能源服务、产品和服务和能源采购提出能源绩效和能源管理的要求,可包括:

###### a) 能源服务的采购

能源服务的供应商必须要有充分的能源管理培训、经验和能力来满足能源绩效要求,能源服务的内容包括:

- 1) 能源数据的分析、优化、挖潜和提供能效解决方案服务;
- 2) 能源管理状况的咨询评价服务,如能源审计、节能量审核等;
- 3) 涉及现场节能改造、可再生能源和分布式能源投资的合同能源管理项目;
- 4) 日常运行、检修和运维管理。

###### b) 产品和服务的采购

数据中心应对产品和服务的采购提出能源绩效和能源管理的要求,可包括:

- 1) 法律法规、标准及其他要求;
- 2) 用能总量、能源效率和能源指标要求,相关要求和指标可分解到主要组成系统和重点用能设备一级;
- 3) 与整个用能系统的匹配程度;
- 4) 能源信息监测、采集、传送的要求,如 ICT 设备实时功率数据、空调末端设备实时能效数据等与整体能源监测和管理平台系统的接口和通信要求;
- 5) ICT 设备通过水冷盘管、智能风扇调控、电源冷备份、硬盘节能 MAID 等技术和虚拟化等方面技术提高能效水平的要求;
- 6) 对清洁能源的生产、转化和利用要求,如空调系统对自然冷源的利用,数据中心配电系统接受现场光伏发电并网的要求;
- 7) 成套设施和单体产品、设备的能效水平、运行稳定性;
- 8) 用能设备操作人员等的能力水平。

###### c) 能源采购

数据中心应当制定并实施能源采购控制程序,确保能源的有效利用。控制内容应包括:

- 1) 制定各类能源产品的采购标准或规范,确保采购符合要求,对于现场存在可再生能源和分布式能源设施的情况,要结合现场能源供应特点制定专项的要求和标准;
- 2) 制定和执行能源输配和贮存文件,规定并控制输配和贮存损耗;
- 3) 结合实际情况,制定相应管理规范和要求,为现场建设可再生能源或者分布式能源设施提

供便利条件和支持；

- 4) 采购标准、规范和文件发布前应当评审其适宜性和充分性,并由授权人签发。

#### 4.5.7.4 采购验证

数据中心应策划和实施适当的验证活动,并保持验证结果的记录:

- a) 检查相关能源指标,如 EUE、CEF、PSEF 等达标情况或者有明显改善;
- b) 相关合同能源管理项目的建设和运行情况;
- c) 能源服务采购对能源管理能力和能源指标改善的作用;
- d) 对验证中发现的问题和值得借鉴之处予以整理,并制定相关对应措施落实到日常能源管理工作当中。

### 4.6 检查与纠正

#### 4.6.1 监视、测量与分析

数据中心宜建立程序,对能源绩效的关键特性进行监视、测量与分析。程序应明确需监视、测量的能源绩效关键特性,规定监视、测量的频次和方法。数据中心能源绩效的关键特性至少应包括以下方面:

- a) 主要能源使用:
  - 电:ICT 设备动力消耗;
  - 燃油:发电机等;
- b) 与主要能源使用相关的变量;
- c) 能源绩效参数;
- d) 能源管理实施方案的实施效果及其对实现能源目标、指标的贡献。

关键特性的测量方法可包括但不限于:仪表计量、能源审计、清洁生产审核、热平衡测试、电平衡测试、能效管理平台等。

#### 4.6.2 合规性评价

见 GB/T 29456—2012 中 4.6.2。

#### 4.6.3 内部审核

见 GB/T 29456—2012 中 4.6.3。

#### 4.6.4 不符合、纠正、纠正措施和预防措施

见 GB/T 29456—2012 中 4.6.4。

#### 4.6.5 记录控制

见 GB/T 29456—2012 中 4.6.5。

### 4.7 管理评审

见 GB/T 29456—2012 中 4.7。



附录 A  
(资料性附录)

数据中心能源管理体系策划示例

A.1 数据中心概况

示例数据中心位于华中地区(气候区域参考武汉),2012 年投入运行,面向单位内部用户提供数据服务。数据中心总面积为 1 450 m<sup>2</sup>,包括 ICT 设备核心机房(760 m<sup>2</sup>)、不间断供电系统、配电室、柴油发电机室、监控室、进线间、设备间等区域。数据中心由双路 10 kV 市电供电,并配置 2 台柴油发电机组作为紧急备用电源。

数据中心主要 ICT 设备为服务器、存储器、交换机等,安装 180 台 42U 标准机柜,配置两套不间断供电系统,使用风冷式机房精密空调提供冷量,采用下送风方式送冷。主要能源消耗数据使用表计监测,并通过能源监测系统实时采集和存储、分析。

A.2 数据中心能源管理体系的边界和范围

A.2.1 能源边界

数据中心所在建筑为独立建筑,其能源边界如图 A.1 所示:

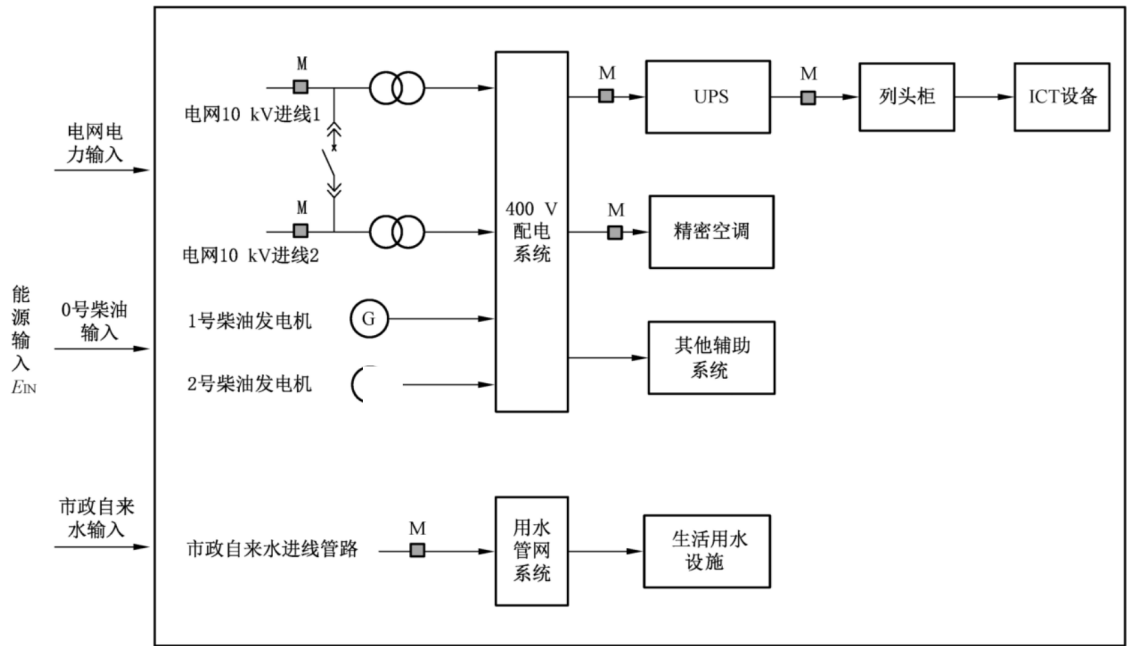


图 A.1 示例数据中心能源边界

A.2.2 能源输入( $E_{IN}$ )

该数据中心能源输入有以下形式:

- 来自电网的电力;
- 柴油发电机所消耗的柴油;

——生活用市政自来水。

### A.2.3 余能输出( $E_{\text{OUT}}$ )

该数据中心未采取余能回收利用措施,也无余能输出。

## A.3 数据中心的主要工艺流程和能源流程、用能系统

### A.3.1 主要工艺流程和能源流程

数据中心主要工艺流程参见图 A.1。能源流程如下:

- 数据中心通过 2 路 10 kV 电源进线接入电网,所耗电力经过 2 台配电变压器降压后,再经 380 V 配电系统供给 ICT 设备、空调等各用电设备;
- 所耗柴油用于柴油发电机组的定期启动试验和紧急情况下的发电,0 号柴油来自外购;
- 所耗自来水来自市政自来水管网,用于工作人员的生活,污水排入市政污水管网。

### A.3.2 主要系统/设备构成

数据中心的主要系统/设备有以下几种,主要设备表见表 A.1:

- ICT 设备:主要由服务器、存储器、交换机等构成,安装 42 U 标准机柜 180 台,每台机柜设计功率 3 kW;
- 空调系统:数据中心空调系统分为核心机房空调系统和不间断供电系统电源室空调系统两部分,核心机房空调系统由 8 台 107 kW 风冷式机房精密空调构成,采用地板下送风方式送冷,控制环境温度范围为  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度为 40%~55%。不间断供电系统电源室空调采用 2 台 105 kW 风冷式机房精密空调,上送风方式送冷,控制环境温度范围为  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度为 40%~50%;
- ICT 设备电源系统:采用 220 V 交流电源,由 2 套不间断供电系统(500 kVA/套)和列头柜进行电源分配和供电,并预留 1 套不间断供电系统扩容接口;
- 其他辅助系统:主要包括配电系统、照明系统、监控系统、办公系统、楼宇自动化系统、消防系统、生活用水设施等;
- 计量系统:数据中心的主要计量表计如图 A.1 中“M”点所示,计量数据包括:
  - 电网输入总电量:来自计量表计,表计安装在变压器高压侧开关柜内,为计费结算表;
  - 不间断供电系统支路用电量:来自计量表计,表计安装在配电室不间断供电系统配电开关柜处;
  - ICT 设备用电量:来自计量表计,表计安装在各列头柜内;
  - 空调用电量:来自计量表计,表计安装在配电室精密空调配电开关柜处;
  - 自来水用量:来自计量表计,表计安装在管网接口处,为计费结算表。

表 A.1 主要设备表

用能系统	设备名称	规格参数	数量	单位	备注
ICT 设备	服务器、存储器等	略	略	略	品牌、规格较多,不逐一列出
空调系统	机房精密空调	制冷量 107 kW, 380 V/50 Hz, 下送风	8	台	用于核心机房
空调系统	机房精密空调	制冷量 105 kW, 380 V/50 Hz, 上送风	2	台	用于不间断供电系统和蓄电池室

表 A.1 (续)

用能系统	设备名称	规格参数	数量	单位	备注
ICT 设备电源系统	不间断供电系统	380 V/50 Hz,500 kVA,配套 30 min 密封铅酸蓄电池	2	套	
ICT 设备电源系统	列头柜	50 kVA,220 V/50 Hz,2 组 15 路16 A 单相输出	18	台	
其他辅助系统	照明、安防、楼宇自动化等	略	略	略	不逐一列出
配电系统	干式变压器	2 000 kVA,10 kV/0.4 kV	2	台	

A.4 识别能源使用

A.4.1 数据中心用能分析

示例数据中心的能源输入量为电网电力、柴油和自来水,能源输入比例见图 A.2,其中电力和自来水被直接消耗,没有加工转化;柴油发电机组是加工和转化设备,实现柴油到电力的转化。数据中心能耗数据统计期间为 2014 年 1 月 1 日—2014 年 12 月 31 日,具体如表 A.2 所示,主要用能系统能耗比例见图 A.3。

表 A.2 能耗平衡表

类别	能源品种	单位	实物量	折标煤量 kgce	折标系数		备注
					数值	单位	
能源输入	电力	kWh	5 460 382	671 080.95	0.122 9	kgce/(kWh)	
能源输入	0 号柴油	L	4 105	5 073.78	1.236	kgce/L	
能源输入	自来水	t	97	24.94	0.257 1	kgce/t	
能源输入合计				676 179.67	—	—	
加工转换产出	电力	kWh	0	0	0.122 9	kgce/(kWh)	柴油机组统计 期内未应急发电
加工转换产出合计				0	—	—	
能源使用	ICT 设备	kWh	2 664 792	327 502.94	0.122 9	kgce/(kWh)	
能源使用	空调系统	kWh	2 244 368	275 832.83	0.122 9	kgce/(kWh)	
能源使用	不间断供电系统	kWh	293 127	36 025.32	0.122 9	kgce/(kWh)	
能源使用	其他辅助系统	kWh	258 095	31 719.86	0.122 9	kgce/(kWh)	含配电系统
能源使用	柴油发电机组	L	4 105	5 073.78	1.236	kgce/L	
能源使用	生活用水设施	t	97	24.94	0.257 1	kgce/t	
能源使用合计				676 179.67	—	—	

注 1: 不间断供电系统用电量即为不间断供电系统的损耗,其通过不间断供电系统支路计量表计和各列头柜计量表计的差值计算得到。

注 2: 参见图 A.1,由于示例数据中心的计量表计配置原因,其他辅助系统(含配电系统)用电量数据未能直接计量,

故取总输入电量与 ICT 设备用电量、不间断供电系统用电量、精密空调系统用电量之间的差值作为其他辅助系统用电量。配电系统用电量代表数据中心的内部变压器和 380 V 配电系统的损耗。

注 3：柴油用量数据根据库存台账，结合采购单据和实际库存数量确定。

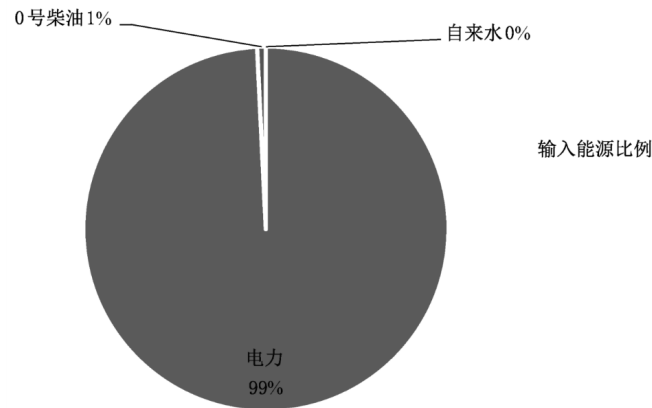


图 A.2 能源输入比例

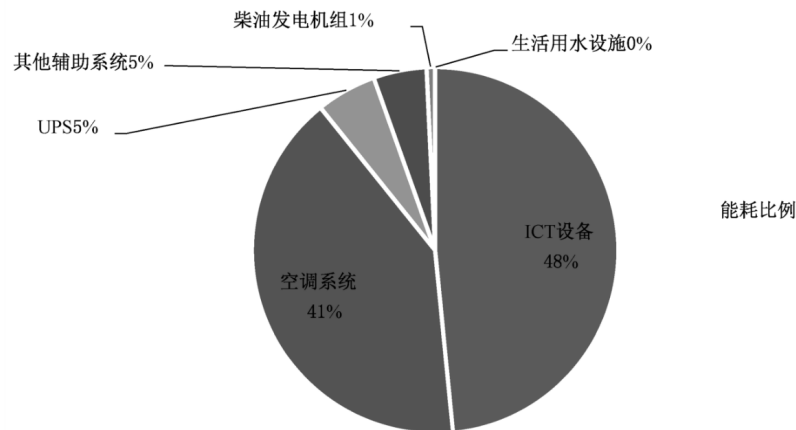


图 A.3 主要用能系统能耗比例

A.4.2 识别主要能源使用

从以上数据分析，主要输入能源是电力，占比为 99%；主要用能设备/系统是：ICT 设备、空调系统、不间断供电系统、其他辅助系统。

A.4.3 收集的其他信息

收集适用法律法规及其他要求、行业先进能效指标、先进节能技术应用、长期发展规划、运行管理制度等信息，作为实施能源评审的重要输入。

A.5 能源绩效参数计算

根据表 A.2 中的数据，能源绩效参数计算所用数据和能源绩效参数计算如下，能源绩效参数见表 A.3：

$$E_{IN}=671\ 080.95+5\ 073.78+24.94=676\ 179.67\ \text{kgce}$$
$$E_{OUT}=0\ \text{kgce}$$

$$E_{ICT}=327\,502.94\text{ kgce}$$
$$E_{cooling}=275\,832.83\text{ kgce}$$
$$E_p=327\,502.94+36\,025.32=363\,528.26\text{ kgce}$$
$$W_{ICT}=2\,664\,792/8\,760=304.2\text{ kW}$$
$$A=760\text{ m}^2$$

表 A.3 能源绩效参数表

能源绩效参数	数值	单位
能源利用效率(EUE)	2.065	—
空调系统效率系数(CEF)	0.842	—
ICT 设备电源系统效率系数(PSEF)	0.11	—
其他辅助系统利用效率(ASEF)	0.113	—
机房 ICT 面积功率值(IAR)	2.498	m <sup>2</sup> /kW

注 1：W<sub>ICT</sub>取数据中心 ICT 设备在统计期内的平均功率，即用统计期内 ICT 设备用电量除以 8 760 h 得到。

注 2：A 取值方法为：投运 ICT 设备机柜数量占数据中心总的 ICT 设备机柜数量之比，乘以数据中心所有摆放 ICT 设备房间的总面积。由于本案例数据中心所有机柜均投运，故 A 值取 ICT 设备所在核心机房的面积，即 760 m<sup>2</sup>。

A.6 影响主要能源使用的变量分析

A.6.1 ICT 设备

ICT 设备是数据中心最大的用能单元，其占数据中心总用能量的 48%。由于目前 IT 业务处理量不足，实际部分 ICT 设备处理能力闲置现象较为突出，待机功耗大。

A.6.2 空调系统

空调系统是数据中心第二大用能单元，其占数据中心总用能量的 41%。根据实际情况分析，当前的空调系统对自然冷源利用不足，全部使用压缩机制冷；气流组织形式目前采用下送风形式，送风距离较长，送风能耗高；房间内存在局部冷热不均现象，由于温度测点不足，无法准确判断，不得不普遍降低空调设定温度，导致能耗进一步增高；此外，目前投运的很多机柜内部空间实际占用仅为 30%~40%，ICT 设备放置较为分散，导致空调全部处于运行状态，但负荷率较低，其工作效率也不高。

A.6.3 辅助系统

辅助系统中，照明系统是主要的可改造对象，总数量 480 盏左右，其中约 400 盏为 T8 日光灯，整灯功率为 20 W。

A.7 改进机会的识别和控制策划

A.7.1 合并同类 IT 业务，减少 ICT 设备能耗。根据分析，拟将部分同类业务考虑合并和集中处理，提高 ICT 设备的利用率，减少投运的 ICT 设备物理数量，从而节约功耗；在维持相同业务处理量的情况下，此项措施预计可以节约 ICT 设备用能量 10%左右。

A.7.2 实施空调系统节能改造。结合数据中心实际情况，实现对室外自然冷源的利用，在当地的低温时段(早春、暮秋、冬季)无需使用压缩机提供所需冷量；缩短空调末端与 ICT 设备之间的距离，甚至达

到零距离,实现精确散热,一方面大幅降低送风送冷的能耗,且减少冷热不均的现象;另一方面可更好地匹配 ICT 设备发热量,实现按需制冷,从而避免冷量浪费。此措施预计节约空调系统用能量 50%左右。

**A.7.3 加强监测,提高管理水平。**考虑增加机房温湿度测点的密度,重点关注各机柜进风温度,通过能源监测系统实时监测各点温湿度状况,根据实际情况来合理设定空调温度。此项措施预计可以提高温度设定 1℃左右,节约空调用电量 1%~3%。

**A.7.4 集中摆放 ICT 设备。**提高部分机柜内 ICT 设备的摆放密度,预计可清空两列机柜(25 台),从而相应减少空调(末端)的开启数量,并提高投运空调的负荷率和工作效率。此项措施预计可以节约空调系统用能量 1%~2%。

**A.7.5 采用 LED 光源替换 T8 日光灯,降低照明能耗。**此项措施预计能节约 50%~60%的照明系统用能量。

**A.7.6 加强辅助系统的分项计量。**进一步增加辅助系统中的计量表计数量,将办公照明、安防、楼宇自动化等系统相应增加计量电表,实现更加精确的分项计量。

**A.8 建立能源基准值和能源目标、指标**

**A.8.1 建立各用能系统能耗基准值和目标值**

由于示例数据中心在 2012 年 9 月投入运行,后持续增加 ICT 设备,到 2013 年下半年完成第一阶段投产目标,ICT 设备增容基本到位,后续保持稳定。因此,选择 2014 年 1 月 1 日—2014 年 12 月 31 日作为基准期,期间各用能系统的能耗量作为基准值。结合表 A.2 数据,各用能系统能耗量基准值和目标值见表 A.4。

**表 A.4 用能系统能耗量基准值和目标值**

用能系统/参数	基准值	目标值	单位	备注
ICT 设备	327 502.94	294 752.65	kgce	
空调系统	275 832.83	151 708.06	kgce	
不间断供电系统	36 025.32	30 600	kgce	ICT 负荷下降引起不间断供电系统损耗降低
配电系统及其他辅助系统	31 719.86	26 902.18	kgce	节约照明系统能耗
柴油发电机组	5 073.78	5 073.78	kgce	
生活用水设施	24.94	24.94	kgce	
ICT 设备占用面积	760	654	m <sup>2</sup>	增加 ICT 设备摆放集中度

**A.8.2 确定能源绩效参数的基准值和目标值**

根据用能系统的能耗基准值和目标值,相应能源绩效参数基准值和目标值见表 A.5。

**表 A.5 能源绩效参数基准值和目标值**

绩效参数	基准值	目标值	单位
能源利用效率(EUE)	2.065	1.727	—
空调系统效率系数(CEF)	0.842	0.515	—

表 A.5 (续)

绩效参数	基准值	目标值	单位
ICT 设备电源系统效率系数(PSEF)	0.11	0.104	—
其他辅助系统利用效率(ASEF)	0.113	0.109	—
机房 ICT 面积功率值(IAR)	2.498	2.229	m <sup>2</sup> /kW

A.8.3 改进机会清单

经过能源评审对改进机会进行排序,形成改进机会清单,见表 A.6。

表 A.6 经排序的改进机会清单

序号	内容	优化方案	类型
1	空调系统节能改造	利用热管空调技术为主,一体化实施自然冷源利用、缩短送冷距离、精确排热和按需提供冷量等措施	技改
2	减少 ICT 设备能耗	拟将部分同类业务考虑合并和集中处理,提高 ICT 设备的利用率,减少投运的 ICT 设备物理数量,降低 ICT 设备能耗	管理
3	加强监测,提高管理水平	增加进风温度测点,客观合理判断温度分布,避免缺乏数据导致温度设定过低引起的空调能耗上升	管理
4	集中摆放 ICT 设备	提高部分机柜内 ICT 设备的摆放密度,预计可清空两列机柜(25 台),从而相应减少空调(末端)的开启数量,并提高投运空技改调的负荷率和工作效率	管理
5	LED 光源替换 T8 日光灯	采用功率 8 W 的 LED 光源替代约 400 盏功率 20 W T8 日光灯	技改
6	增加辅助系统计量表计	进一步增加辅助系统中的计量表计数量,将办公照明、安防、楼宇自动化等系统相应增加计量电表,实现更加精确的分项计量	技改

## 附录 B (资料性附录)

### 数据中心能源利用效率计算示例

#### B.1 目的

本示例分析的目的是让用户更清晰的理解数据中心能源利用效率(EUE)的计算公式,分子和分母的输入,单位之间的转换和实际应用,并可以结合示例研究,对其他数据中心 EUE 进行计算和评估。

#### B.2 示例中数据中心背景信息

示例中数据中心背景信息如下:

- 物理位置:华东地区(气候等条件可参考上海);
- 数据中心能源主要输入和消耗:国家电网,外市电总容量,2路 10 kV 输入,每路 6 400 kVA;
- 数据中心其他能源消耗:水消耗和柴油消耗。

#### B.3 能源输入

案例研究中数据中心能源输入主要包括:

- 数据中心来自当地电网的电力输入:ICT 设备(服务器、存储、交换机)需要使用电网能源;
- 数据中心现场附属分布式能源系统能源产出量的输入:本案例不涉及;
- 数据中心所耗燃气、燃油量的输入:本案例中无天然气等能源输入,但涉及备用柴油发电机对于柴油的消耗;
- 数据中心来自当地市政自来水的输入:本案例中数据中心采用冷冻水系统,该数据中心对于水的消耗主要源于冷却塔对于水的消耗;
- 数据中心来自其他水源的输入:本案例中的数据中心只采用市政用水,无其他水源输入;
- 数据中心外部冷源的输入:本案例中的数据中心的冷源仅来自数据中心自行建设的冷冻水系统,无其他外部冷源输入。

#### B.4 能源输入总量( $E_{IN}$ )的计算

本案例中数据中心能源输入能源量的数据来源,主要来自三部分:

- a) 国家电网的电费数据;本案例中数据中心整年的电费为 26 075 942.90 元,扣除相关和电网的外线损耗等,本数据中心整年来自国家电网的电消耗量为 29 967 333 kWh,按照电力折换成标准煤系数,该数据中心电力消耗能源折换成标准煤为:

$$0.122\ 9\ \text{kgce}/(\text{kWh}) \times 29\ 967\ 333\ \text{kWh} = 3\ 682\ 985\ \text{kgce}$$

- b) 当地市政用水水费单据数据;本案例中数据中心整年的用水量来自自来水公司的整年水费发票的水消耗数据,水消耗总量为 170 451 t,按照能源折换成标准煤系数,该数据中心水消耗量折换成标准煤为:

$$0.257\ 1\ \text{kgce}/\text{t} \times 170\ 451\ \text{t} = 43\ 823\ \text{kgce}$$

- c) 柴油发电机消耗的柴油消耗量数据;柴油消耗为 21 000 L,按照能源折换成标准煤系数,该数



据中心柴油消耗量折换成标准煤为：

$$1.471\ 4\ \text{kgce/kg} \times 21\ 000\ \text{L} \times 0.84\ \text{kg/L} = 25\ 955\ \text{kgce}$$

该数据中心的能源总输入为上述三部分能源消耗量的总和，见表 B.1。

表 B.1 能源输入总量

序号	能源消耗种类	能源输入量 kgce
1	国家电网电力	3 682 985
2	市政自来水	43 823
3	柴油发电机柴油	25 955
能源输入总量( $E_{\text{IN}}$ )		3 752 763

B.5 ICT 设备耗电量( $E_{\text{ICT}}$ )的计算

数据来源于机柜用电数年累计总和 20 696 230 kWh，按照能源转换成标准煤系数，进行转换后：

$$E_{\text{ICT}} = 20\ 696\ 230\ \text{kWh} \times 0.122\ 9\ \text{kgce/(kWh)} = 2\ 543\ 567\ \text{kgce}$$

注：数据中心 ICT 设备（包括网络设备和服务器等 ICT 设备），这部分的转换系数，需要补充。

B.6 数据中心能效利用效率(EUE)的计算

由于本案例数据中心无输出能源，因而  $E_{\text{OUT}}$  为 0，则该数据中心的能源利用效率可按以下公式计算：

$$\text{EUE} = (E_{\text{IN}} - E_{\text{OUT}}) / E_{\text{ICT}} = 3\ 752\ 763 / 2\ 543\ 567 = 1.475\ 4$$